

KARTOFYIĞAN MAŞININ TƏKMİLLƏŞMƏ POTENSİALININ  
ARAŞDIRILMASI

Q.İ.ABBASOV

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

*Kartofyiğan maşının keyfiyyətli işi birbaşa torpağı qazan işçi orqanın konstruksiyasından, onun işinin effektivliyindən asılı olur. Onlar separasiyaedici orqanlara verilən torpağın fiziki – mexaniki xassələrinə təsir göstərilir. Cərgə arasından çox miqdarda torpaq çıxarıldıqda torpaq qarışıq kartof kütləsindən bərk kəltənlərində miqdarı artmış olur.*

*Bu orqanın təkmilləşdirilməsi baxımından işçi hipotez olaraq konstruktiv ideya variantı tədqiq olunmuşdur. Bu hipotezə görə torpaqqazan orqan gəvahi, onun hər iki tərəfindən şaquli vəziyyətdə yerləşdirilmiş dişli diskdən ibarətdir. Hər dişin mərkəzində işə ilgəclər – torpaqla ilişik təşkil edənələr qoyulmuşdur. Analitik yol ilə diskin torpaqda dartı müqavimətinin ühəndis – hesabat metodikası verilmişdir. İşçi hipotez əsasında təkmilləşdirilmiş kartofqazan dartı müqavimətinin azalmasına, torpaq layının cərgə arası torpaqdan daha yaxşı ayrılmasına, kartof – torpaq kütləsinə bərk torpaq parçalarının düşmə ehtimalının azaldılmasına imkan vermişdir.*

*Açar sözlər.* Kartofun yığılması, kartofyiğan maşın, dişli disk, dartı müqaviməti, kartofqazan orqan, ilişgəc.

Azərbaycanda aqrar cektorun inkişaf istiqamətləri müəyyən edilmiş və burada kartof istehsalının davamlı olaraq artırılması nəzərdə tutulmuşdur [1]. Kartof istehsalı böyük enerji və əmək tələb edir. Bunun əsas hissəsi işə yığımın payına düşür. Bu baxımdan kartofyiğan maşınların təkmilləşdirilməsi olduqca aktual məsələ sayılır.

Kartofyiğan kombaynlarda istifadə praktikasından məlumdur ki, hətta optimal yığım şəraitində (tarlanın əlaq otları və daşlarla az zibillənməsi, qurumuş şaxların olmaması, torpağın nəmliyinin 18...22 % olması, torpaq tipi yüngül az gilli olması və s.) kombaynın bunkerində torpaq və bitki qarışıqları mövcud olur [2]. Öz xarakterinə görə bu problemi lokallaşdırmaq üçün çoxsaylı müxtəlif tərtibatlar: tirə kopirovka edən vərənlər, hər cür kəltənbasanlar, separasiya intensivatorları və kombinə edilmiş qazan aqreqlər mövcuddur [3, 4].

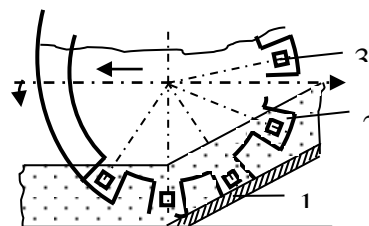
Qeyd olunanlardan belə bir nəticəyə gəlmək mümkündür ki, burada torpağı qazan işçi orqanların keyfiyyətli işinə diqqət verməli və nünkün qədər təkmilləşdirilməlidir. Məhz bu da məlumdur ki, bütün maşının məhsuldar işi bu orqandan aslıdır.

Hazırda qəbul bunkerli olan kartofyiğan aqreqlərdə gəvahinin kənarlarında kəsici yan disklər tərtib edilməsi praktikada geniş yayılmışdır [5, 6]. Disklər gəvahin tərəfindən qazılaraq qaldırılan torpaq layını kəsərək cərgə arasından ayırırlar. Bu, kartofyiğan maşının iş göstəricilərini yaxşılaşdırır: dartı müqavimətini, istismar xərclərini, kartof yumrularının zədələnməsini, separatora gələn kartof torpaq kütləsindən iri kəltənlərin miqdarını azaldır. Enerji sərfi və effektivlik baxımından torpaq ilişgəcləri olan passiv diskilərin işi əlverişli sayılır [7, 8].

Kartofyiğan maşınların keyfiyyətli işi birbaşa torpağı qazan işçi orqanın konstruksiyasından, onun işi-

nin effektivliyindən aslı olur. Belə ki, onlar separasiya edici işçi orqanlara verilən torpağın fiziki-mexaniki xassələrinə təsir göstərilir. Məsələn üçün göstərmək mümkündür ki, cərgə arasından çox miqdarda torpaq çıxarıldıqda torpaq –kartof kütləsində bərk kəltənlərin də miqdarı artmış olur [9, 10].

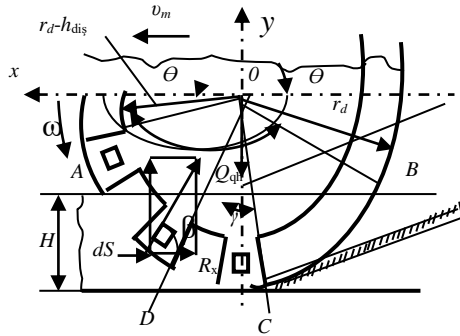
Bunları nəzərə alaraq kartofyiğan maşınlarda torpaqqazan orqanın potensial təkmilləşmə ehtiyatı araşdırılaraq işçi hipotez işlənmişdir. Bu hipotezə görə torpaqqazan orqan gəvahindən – 1, onun hər iki tərəfində şaquli vəziyyətdə yerləşdirilmiş dişli diskdən – 2 (şəkl.1) ibarətdir. Hər dişin mərkəzində ilgəc – 3 (torpaqla ilişik təşkil edənələr) qoyulmuşdur.



Şəkl.1. Yan disklərlə təchiz edilmiş torpaqqazan gəvahin:  
1 – gəvahin; 2 – dişli; 3 – ilişgəc.

Kartofyiğan kombaynın torpaqqazan işçi orqanı aşağıdakı kimi işləyir. Kartofyiğan kombayn tarlada hərəkət edən zaman torpaqqazan işçi orqan yumrular olan torpaq layına girir. Lay dindən gəvahinlə –1 kəsilir. Eyni zamanda ilişgəclər – 3 torpaqla təmasda olduqlarından onlar disklərin – 2 öz oxları ətrafında dönməsinə kömək edirlər. İlişgəclərin ölçüləri elə seçilir ki, onlar torpaqla kifayət dərəcədə təmasda ola bilsinlər, disklərin hərhlənmədən torpağa nəzərən sürüşməsi baş verməsin. Əgər sürüşmə baş versə o zaman ilişgəclərin disk səthinə nəzərən yerləşmə bucağı (45°...90°) 90°-yə qədər artırıla bilər. Disklər

fırlanan zaman kartoflu torpaq laylı yanlar tərəfdən kəsilir. Kartofyığan maşın hərəkət etdikcə kəsilmiş torpaq layı diskilər arasında tutulmaqla gəvəhin üzəri ilə seperasiya edici elevatora doğru hərəkət edir. Bu təkmilləşmə potensialını nəzəri cəhətdən əsaslandırmaq üçün müxtəlif parametrlil diskilərlə, xüsusi olaraq disk dişlərinin kəsici ağzı, forması və ilişgəclərin yerləşməsi ilə əlaqədar yan diskləri dartı müqaviməti tədqiq olunmuşdur. Tədqiqat üçün seçilmiş hesabat sxemi şəkil 2-də verilmişdir.



Şəkil 2. Disklərin dartı müqavimətini təyin etmək üçün hesabat sxem.

İş zamanı diskə dişin kəsici ağzı ilə torpağın sıxışdırılması və ilişgəclərin torpaqla təması, həmçinin torpaqla diskilərin yan səthləri arasındakı sürtünmə nəticəsində müqavimət qüvvələri təsir göstərilir. Başqa sözlə disk in torpaqda dartı müqaviməti bu qüvvələrlə müəyyən edilir.

Bu, aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$R = \frac{b_d q_1}{\sin \beta} \int_0^H dy = \frac{b_d q_1 H}{\sin \beta}, \quad (1)$$

burada  $b_d$  – disk in qalınlığı, m;

$q_1$  – torpaq layına disk tərəfindən xüsusi təzyiq,  $N/m^2$ ;

$H$  – disk in torpağa girmə dərinliyi, m;

$\beta$  – torpağın müqavimət qüvvələri (toplananları  $R_y$  və  $R_x$  – disk in dartı müqaviməti) arasındakı bucaq.

Cevirmələr etməklə və ilişgəcləri nəzərə almaqla sürtünmə qüvvələri dartı müqaviməti aşağıdakı kimidir:

$$R_x = q_1 (b_d H + \sum_{i=z} S_{il} \cos \beta), \quad (2)$$

burada  $S_{il}$  – ilişgəcin sahəsi,  $m^2$ .

İşlədicin formasından asılı (düzbucaqlı, düzbucaqlı trapesiya və yaxud üçbucaqlı) olaraq onun en kəsik sahəsi aşağıdakı kimidir: düzbucaqlı üçün

$$S_{il} = h_{diş} \cdot k_{il} \quad (3)$$

düzbucaqlı trapesiya üçün

$$S_{il} = h_{diş} \cdot k_{il} - \frac{1}{2} k_{il}^2 \tan \alpha_{il}, \quad (4)$$

üçbucaq üçün

$$S_{il} = \frac{1}{2} h_{diş} \cdot k_{il}, \quad (5)$$

burada  $h_{diş}$  – ilişgəcin hündürlüyü, m;

$k_{il}$  – ilişgəcin eni, m.

İşlədicilərlə birlikdə disk in torpağa təzyiqini aşağıdakı düsturla müəyyən etmək olar:

$$q_1 = \frac{Q_{qh}}{2(b_d \cdot l_{ka} + \sum_{i=z} S_{il} \sin \beta)}, \quad (6)$$

burada  $Q_{qh}$  – maşının dişli diskilərlə qazan hissəsinin ağırlıq qüvvəsi, N;

$l_{ka}$  – kəsici ağzın uzunluğu, m;

$S_{il}$  – ilişgəcin en kəsik sahəsi,  $m^2$ .

(6) ifadəsini nəzərə almaqla (2) ifadəsi aşağıdakı şəkli alır:

$$R_x = \frac{Q'_{qh} (b_d H + \sum_{i=z} S_{il} \cos \beta)}{2(b_d \cdot l_{ka} + \sum_{i=z} S_{il} \sin \beta)}, \quad (7)$$

Dizin kəsici ağzının uzunluğ onun hündürlüyü, onun kəsici səthinin uzunluğu, ilişgəcin eni, torpağa girmiş hissəsində dişlərin sayı ilə müəyyən edilir:

$$l_{ka} = z'(h_{diş} + c_{diş} + k_{il}), \quad (8)$$

burada  $z'$  – ülgücün torpağa girmiş hissəsində dişlərin sayı, ədəd;

$h_{diş}$  – dişin hündürlüyü, m;

$c_{diş}$  – dişin əyri xətti tərəfinin uzunluğu, m;

$k_{il}$  – ilişgəcin eni, m.

Ülgücün torpağa girmiş hissəsində dişlərin sayını müəyyən etmək lazımdır. Bunun üçün sxemdən (şəkil 2) istifadə edirik. Kəsici ağzın qövsünün uzunluğunu  $l_{AB}$  aşağıdakı düsturla müəyyən etmək olar:

$$l_{ab} = z_d (\pi - 2 \arcsin \frac{r_d - H}{r_d}), \quad (9)$$

burada  $r_d$ – dişlərin tərsinə qədər diskin radiusu,  $m$ .

Bir diş yerləşən qovsun uzunluğu  $l_{DC}$  aşağıdakı kimidir:

$$l_{DC} = z_d \cdot \gamma, \quad (10)$$

$$\gamma = 2\pi/z, \quad (11)$$

burada  $\gamma$  – bir diş üçün mərkəzi bucaq, rad;  
 $z$  – dişlərin ümumi sayı, ədəd.

Torpaqda girmiş dişlərin sayı aşağıdakı kimidir:

$$z' = \frac{l_{AB}}{l_{DC}} = \frac{z \left( \pi - 2 \arcsin \frac{z_d - H}{z_d} \right)}{2\pi}, \quad (12)$$

Torpaqda girmiş kəsici ağzın uzunluğunu aşağıdakı kimi təyin edirik:

$$l = \frac{(h_{diş} + c_{diş} + k_{il}) \left( \pi - 2 \arcsin \frac{z_d - H}{z_d} \right)}{2\pi}, \quad (13)$$

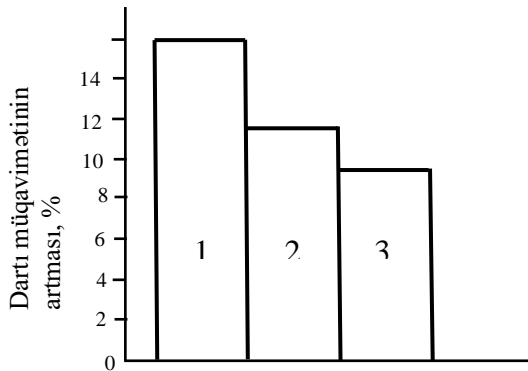
Diskini dartı müqavimətini təyin etmək üçün sürünmə qüvvəsi nəzərə alınmadan yekun ifadə aşağıdakı kimi olur:

$$R_x = \frac{Q'_{qh}(b_d H + \sum_{i=z} S_{il} \cos \beta)}{2 \left[ z' b_d (h_{diş} + c_{diş} + k_{il}) + \sum_{i=z} S_{il} \sin \beta \right]}, \quad (14)$$

Məxrəcdə (4.57) çevirmə etməklə alırıq:

$$z' b_d (h_{diş} + c_{diş} + k_{il}) + \sum_{i=z} S_{il} \sin \beta = \frac{z}{2\pi} b_d (h_{diş} + c_{diş} + k_{il}) (\pi - 2 \arcsin \frac{z_d - H}{z_d}) + \sum_{i=z} S_{il} \sin \beta = \frac{z b_d}{2\pi} \left[ \frac{1}{2} z_o (e^{w \cos \tau} - 1) + \frac{1}{2} z_o \left( \psi + \frac{e^{w \cos \tau}}{\cos \tau} \right) + k_{il} \right] \times (\pi - 2 \arcsin \frac{z_d - H}{z_d}) + \sum_{i=z} S_{il} \sin \beta = \frac{z b_d}{2\pi} \left[ \frac{1}{2} z_o (e^{w \cos \tau} - 1) + \psi + \frac{e^{w \cos \tau}}{\cos \tau} + k_{il} \right] (\pi - 2 \arcsin \frac{z_d - H}{z_d}) + \sum_{i=z} S_{il} \sin \beta = \frac{z b_d \cdot z_o}{2 \cdot 2\pi} \left[ \psi + \frac{2k_{il}}{z_o} - 1 + e^{w \cos \tau} \left( 1 + \frac{1}{\cos \tau} \right) \right] \times (\pi - 2 \arcsin \frac{z_d - H}{z_d}) + \sum_{i=z} S_{il} \sin \beta.$$

Diskini dartı müqavimətini hesabat qiymətləri əsasında ilişgəclərin formasından asılı olaraq dəyişməsi qrafiki olaraq şəkil 3-də verilmişdir.



Şəkil 3. İlişgəc formasından asılı olaraq dartı müqavimətinin artması üsusu: 1 – düzbucaq; 2 – düzbucaqlı trapesiya; 3 – üçbucaqlı.

Dartı müqavimətini təyin edən düstur aşağıdakı şəkli alır:

$$R_x = \frac{Q_{dh}(b_d H + \sum_{i=z} S_{il} \cos \beta)}{\frac{2z b_d z_o}{2 \cdot 2\pi} \left[ \psi + \frac{2k_{il}}{z_o} - 1 + e^{w \cos \tau} \left( 1 + \frac{1}{\cos \tau} \right) \right] (\pi - 2 \arcsin \frac{z_d - H}{z_d}) + \sum_{i=z} S_{il} \sin \beta} = \frac{Q_{dh}(b_d H + \sum_{i=z} S_{il} \cos \beta)}{\frac{2z b_d z_o}{2 \cdot 2\pi} \left[ \psi + \frac{2k_{il}}{z_o} - 1 + e^{w \cos \tau} \left( 1 + \frac{1}{\cos \tau} \right) \right] \left[ \pi - 2 \arcsin \left( 1 - \frac{2H}{z_o(1 + e^{w \cos \tau})} \right) \right] + \sum_{i=z} S_{il} \sin \beta}. \quad (16)$$

Aparılmış hesabatlar nəticəsində torpaq layını qazıb şıxardan işçi orqanın diskili elementlərinin müxtəlif həndəsi formalı ilişgəclər ilə təhiz olunmalarının müqayisəli təhlili aparılmışdır (şəkil 3, cədvəl 1). Müqayisə eyni şərtlər və müəyyən parametrlər daxilində aparılmışdır. Bütün ilişgəclər eyni hündürlükdə ( $h_{il}=b_d$ ), eyni enlikdə ( $k_{il}$ ) olmuş, diskilər eyni radiusda ( $r_d = r$ ) və eyni torpağa girmə dərinliyinə ( $H$ ) malik olmuşlar.

Cədvəl 1

Disklərin müqayisəli xarakteristikası

Müqayisə olunan göstərici	Dişli diskilərdə qoyulmuş ilişgəclərin forması		
	Düzbucaqlı	Düzbucaqlı trapesiya	Üçbucaqlı
Dartı müqavimətinin artması, %	14,5	11,2	8,7

Qəbul hissəsi modernləşdirilmiş kartofqazanda diskilərin torpağa nəzərən sürüşməsi azalmışdır. Bu isə dartı müqavimətinin azaldılmasına kömək edir. Burada üstün cəhət bir də ondan ibarətdir ki, torpaq layı cərgə arası torpaqdan daha yaxşı ayrılır. Bu isə standart qəbul hissəsinə malik olan kartofqazanla müqayisədə yerdən götürülən kartof-torpaq kütləsinə bərk torpaq parçalarının düşmə ehtimalı azalmış olur.

Qəbul hissəsi modernləşdirilmiş, dişli diskilər və ilişgəclərlə təhiz olmuş kartofqazan torpaq-kartof kütləsində torpağın ölçü-kütlə xarakteristikasının əlverişli olmasına şərait yaradır. Bu, kombayının qəbul hissəsinə bərk torpaq parçalarının düşməsinin qarşısını alır, təkmilləşdirilmiş yan diskilərin iş keyfiyyətini yaxşılaşdırır. Təcrübə göstərir ki, 20 mm-dən böyük olan kəltənlərin miqdarı 11 % azalmış, separasiya işçi orqanlarında kartofun zədələnmə faizi aşağı enmiş, qablaşmağa verilən kartofların təmizliyi yüksək olmuşdur.

Göründüyü kimi qeyd olunan təkmilləşmə potensialının istifadə olunması yığım maşınının digər elementlərinin də effektivliyinə müsbət təsir göstərmiş, ümumilikdə maşının istismar məhsuldarlığının artmasına şərait yaratmışdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, torpağın fiziki-mexaniki xassələri, o cümlədən cərgə arasında torpağın vəziyyəti tarlanın maşınla yığım üçün hazırlanmasından asılıdır. Bu əməliyyat hətda kartofqazandan istifadə etdikdə belə müsbət nəticə verir. Kombaynla yığım təşkili edildikdə isə tarlanın tığma hazırlanması ol-

duqca vacibdir. Beləliklə demək olar ki, maşınla yığımın sonrakı təkmilləşmə mərhələsində xüsusi maşınlarla torpağın hazırlanması gələcək tədqiqatların məsələsi hesab oluna bilər. Ümumilikdə kartofun kombaynla yığımı üçün torpağın hazırlanma əməliyyatları, kartoflu torpaq layının qazılıb çıxarılması, torpaq-kartof qarışığının separasiyası bir-biri ilə sıx əlaqədirlər bunlar texnologiyaların təkmilləşdirilməsində və maşınlı kartof istehsalında nəzərə alınmalıdır.

## ƏDƏBİYYAT

1. Abasov İ. Ərzaq təhlükəsizliyi və kənd təsərrüfatının prioritet istiqaməti. – Bakı: Elm və təhsil, 2011.- 640 s.
2. Аббасов Г.И., Багиев А.А. Улучшение качества картофелесажалок // Техника в сельском хозяйстве. 1985, №5.- С. 25-26.
3. Трубилин Е.И. Машины для уборки сельскохозяйственных культур (конструкция, теория и расчет): учебн. пособ.- Краснодар: КГАУ, 2010. – 325 с.
4. Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики. - СПб: Изд-во "Лань", 2002. – 768 с.
5. Кузьмин А.В. Рабочие органы для интенсификации выделения клубней картофеля из почвы // Сельскохозяйственные машины и технологии.-2012, № 3. – С. 23-26/
6. Мазимов Н.К. Ресурсосберегающие машины.- Казань, 2003. – 455 с.
7. Дорохов А.П. Совершенствование технологии и технических средств при возделывании и уборке картофеля / Вестник ЧГАУ.-Челябинск: Изд-во ЧГАУ 2001, т.35. – С.32-36.
8. Голиков А.А. и др. Анализ перспектив развития технологий и технических средств для машинной уборки картофеля на период до 2020г. / Материалы 5-й Международной студенческой научно-практической конференции.- Рязань: Изд-во НОУ ВПД СТИ, 2013.– С. 346-350.
9. Бышов Н.В., Боричев С.Н., Дрожжин К.Н., Сорокин А.А., Успенский И.А. Принципы и методы расчета и проектирования рабочих органов картофелеуборочных машин.- Рязань, 2004.– 272 с.
10. Боричев С.Н. Технологии и машины для механизированной уборки картофеля. – Рязань: РГСХА, 2006.–201 с.

### Исследование потенциала совершенствования картофелеуборочных машин

Г.И.Аббасов

Качественная работа картофелекопателя напрямую зависит от конструкции рабочего органа для вскапывания почвы и эффективности его работы. Они влияют на физико-механические свойства почвы, поступающей на сепарирующий орган.

При большом извлечении почвы из междурядий в смеси картофель-почва количество комков увеличивается.

Согласно этой гипотезе, картофелекопательный орган состоит из лемеха, зубчатого диска, расположенного вертикально с обеих сторон. В центре каждого зуба находятся крюки, которые обеспечивают связь с почвой. Аналитическим путем дана методика инженерных расчетов тягового сопротивления диска в почве. Благодаря рабочей гипотезе стало возможным уменьшение тягового сопротивления усовершенствованного картофелекопателя, улучшение отделения слоя почвы междурядий, а также уменьшение вероятности попадания твердых частиц почвы в смесь картофель - почва.

**Ключевые слова:** Уборка картофеля, картофелеуборочная машина, зубчатый диск, тяговое сопротивление, картофелекопатель, крюк.

### Research of the potential of the improvement of potato quarter machines

G.I. Abbasov

High-quality work of the potato digger directly depends on the design of the working body for digging up the soil and the effectiveness of its work. They affect the physico-mechanical properties of the earth entering the separation organ.

With a large extraction of soil from between rows in the potato-soil mixture, the number of lumps increases.

According to this hypothesis, the potato organ consists of a plowshare, a toothed disk located vertically on both sides. In the center of each tooth are hooks that provide communication with the soil. Analytically, the method of engineering calculations of the traction resistance of the disc in the soil is given. Thanks to the working hypothesis, it became possible to reduce the traction resistance of an improved potato digger, improve the separation of the soil layer between the rows, and also reduce the likelihood of solid particles in the potato-soil mixture.

**Key words:** Potato harvesting, potato harvesting machine, serrated disc, traction resistance, potato digger, hook.